



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

ZAMĚŘENÍ ÚDOLÍ POTOKA LUBĚ V ČÁSTI SKALIČKA - MALHOSTOVICE V ÚSEKU 1,1 - 1,6 KM

SURVEYING OF STREAM LUBĚ BETWEEN SKALIČKA AND MALHOSTOVICE
IN PART 1,1- 1,6 KM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Paulína Chládeková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ VONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

| | |
|-------------------------|---|
| Studijní program | B3646 Geodézie a kartografie |
| Typ studijního programu | Bakalářský studijní program s prezenční formou studia |
| Studijní obor | 3646R003 Geodézie, kartografie a geoinformatika |
| Pracoviště | Ústav geodézie |

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | |
|-------------------------|---|
| Student | Paulína Chládeková |
| Název | Zaměření údolí potoka Lubě v části Skalička - Malhostovice v úseku 1,1 - 1,6 km |
| Vedoucí práce | Ing. Jiří Vondrák, Ph.D. |
| Datum zadání | 30. 11. 2016 |
| Datum odevzdání | 26. 5. 2017 |
| V Brně dne 30. 11. 2016 | |

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.,
MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Fišer Z., Vondrák J.: Mapování II, CERM Brno, 2004

Bartoněk D.: Počítačová grafika, Brno 2000

Bartoněk D.: Vybrané kapitoly z počítačové grafiky, Brno 2002

Anderson J. M., Mikhail E. M.: Surveying, Theory and Practice, WCB McGraw - Hill, 1998

Kahmen H.: Angewandte Geodasie Vermessungs-kunde, Walter de Gruyter and Co., Berlin, 2006

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V lokalitě Malhostovice vybudujte měřickou síť pro tachymetrické zaměření. Síť připojte do závazných referenčních systémů prostřednictvím bodů státního bodového pole. Realizujte podrobné měření tachymetrickou metodou ve staničení cyklostezky Malhostovice - Skalička 1,1 km - 1,6 km. Získaná data zpracujte a na jejich základě vyhotovte tachymetrický plán. Výstupy práce připravte pro případné předání k tvorbě DMT.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Táto bakalárska práca sa zaoberá tachymetrickým zameraním časti údolia potoka Lubě medzi obcami Skalička a Malhostovice v okrese Brno – venkov. Výsledkom je účelová mapa v mierke 1:500, v súradnicovom systéme S–JTSK s pripojením do výškového systému Balt po vyrovnaní. Súčasťou práce je tiež skúšobný digitálny model terénu a ďalšie prílohy.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

účelová mapa, tachymetria, Malhostovice, potok Lubě, Groma, MicroStation

ABSTRACT

This bachelor thesis focus on tacheometry survey in part of valley of stream Lubě between Skalička and Malhostovice in district Brno–venkov. The result is thematical map at scale 1:500 in coordinate system S–JTSK, with sea levels in vertical coordinate system Baltic Vertical Datum – after Adjustment. One of the parts of this thesis is also trial digital terrain model and others attachment.

KEYWORDS

thematical map, tacheometry, Malhostovice, stream Lubě, Groma, MicroStation

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA VŠKP

Paulína Chládeková *Zaměření údolí potoka Lubě v části Skalička - Malhostovice v úseku 1,1 – 1,6 km*. Brno, 2017. 44 s., 9 příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému „*Zaměření údolí potoka Lubě v části Skalička - Malhostovice v úseku 1,1 – 1,6 km*“ spracovala samostatne a že som uviedla všetky použité informačné zdroje.

V Brne dňa 25. 5. 2017

Paulína Chládeková
autor práce

POĎAKOVANIE

Na tomto mieste by som chcela poďakovať vedúcemu bakalárskej práce Ing. Jiřímu Vondrákovi, PhD., za vedenie, ochotu, rady a cenné pripomienky k práci. Ďalej spolužiakom za pomoc pri meračských prácach, hlavne slečnám Psíkovej a Žitniakovej. Tak isto geodetovi Tomášovi Dorazilovi za užitočné odpovede na moje otázky, a vďaka patrí aj mojej rodine a priateľovi za podporu počas štúdia. Ďakujem.

V Brne dňa 25. 5. 2017

Paulína Chládeková
autor práce

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| 1 TEORETICKÝ ZÁKLAD | 11 |
| 1.1 BODOVÉ POLE | 11 |
| 1.1.2 Súradnicové a výškové systémy..... | 11 |
| 1.2 METÓDY URČOVANIA SÚRADNÍC BODOV..... | 11 |
| 1.2.1 Globálny navigačný satelitný systém | 11 |
| 1.2.1.1 Real Time Kinematic..... | 12 |
| 1.2.2 Polárna metóda..... | 12 |
| 1.2.3 Rajón | 12 |
| 1.3 TACHYMETRIA..... | 12 |
| 1.4 MERAČSKÝ NÁČRT | 13 |
| 1.5 ÚČELOVÁ MAPA | 14 |
| 1.6 TERÉN | 14 |
| 1.6.1 Výškopis..... | 14 |
| 1.6.2 Digitálny model terénu..... | 15 |
| 2 LOKALITA..... | 16 |
| 2.1 POPIS LOKALITY | 16 |
| 2.1.2 Údolie potoka Lubě..... | 17 |
| 2.1.3 Cyklotrasa – Cesta v luzích | 17 |
| 2.1.3.1 Náučný chodník Cesty medzi..... | 17 |
| 3 PRÍPRAVNÉ PRÁCE..... | 18 |
| 3.1 REKOGNOSKÁCIA TERÉNU | 18 |
| 3.1.1 Rekognoskácia štátneho bodového poľa..... | 18 |
| 3.2 PRÍSTROJE A POMÔCKY | 19 |
| 3.2.1 Trimble R4 | 19 |
| 3.2.2 Topcon GPT-3003N | 20 |
| 3.3 TVORBA POMOCNEJ MERAČSKEJ SIETE..... | 20 |
| 4 MERAČSKÉ PRÁCE | 22 |
| 4.1 PRÍPRAVA NA STANOVISKU | 22 |
| 4.2 PODROBNÉ MERANIE..... | 22 |
| 4.2.1 Doplnenie pomocnej meračskej siete | 23 |
| 4.3 REGISTRÁCIA MERANÝCH ÚDAJOV | 24 |
| 4.4 VEDENIE MERAČSKÉHO NÁČRTU..... | 24 |
| 4.5 ZHODNOTENIE MERAČSKÝCH PRÁČ..... | 24 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5 | KANCELÁRSKE PRÁCE | 26 |
| 5.1 | PRENOS DÁT DO POČÍTAČA | 26 |
| 5.2 | SPRACOVANIE ÚDAJOV..... | 26 |
| 5.2.1 | <i>Spracovanie údajov z GNSS merania</i> | <i>26</i> |
| 5.2.2 | <i>Spracovanie údajov z totálnej stanice</i> | <i>27</i> |
| 5.3 | VÝPOČTOVÉ PRÁCE | 27 |
| 5.3.1 | <i>Príprava prostredia programu Groma pre výpočet</i> | <i>27</i> |
| 5.3.2 | <i>Zavedenie matematických korekcií</i> | <i>27</i> |
| 5.3.3 | <i>Doplnenie čísla bodu do úplného tvaru</i> | <i>29</i> |
| 5.3.4 | <i>Import zápisníkov merania</i> | <i>29</i> |
| 5.3.5 | <i>Výpočet pomocnej meračskej siete</i> | <i>29</i> |
| 5.3.6 | <i>Výpočet podrobných bodov</i> | <i>30</i> |
| 5.4 | TESTOVANIE PRESNOSTI | 30 |
| 5.4.1 | <i>Kontrolné meranie.....</i> | <i>30</i> |
| 5.4.2 | <i>Spracovanie kontrolného merania</i> | <i>31</i> |
| 6 | GRAFICKÉ SPRACOVANIE..... | 32 |
| 6.1 | TVORBA ÚČELOVEJ MAPY | 32 |
| 6.1.1 | <i>Interpolácia vrstevníc v programe Kokeš.....</i> | <i>33</i> |
| 6.1.2 | <i>Priebeh katastrálnej hranice</i> | <i>33</i> |
| 6.1.3 | <i>Doplnenie výkresu v programe MGEO.....</i> | <i>34</i> |
| 6.1.4 | <i>Doplňujúce údaje.....</i> | <i>35</i> |
| 6.2 | PREHLADNÝ NÁČRT POMOCNEJ MERAČSKEJ SIETE | 35 |
| 6.3 | PREHLAD KLADU MERAČSKÝCH NÁČRTOV | 35 |
| 6.4 | DIGITÁLNY MODEL TERÉNU | 36 |
| | ZÁVER..... | 38 |
| | ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV | 39 |
| | ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK..... | 42 |
| | ZOZNAM OBRÁZKOV | 43 |
| | ZOZNAM PRÍLOH | 44 |

ÚVOD

Hlavným cieľom tejto práce je zamerať časť územia potoka Lubě medzi obcami Skalička a Malhostovice v okrese Brno–venkov a zo získaných údajov vyhotoviť účelovú mapu v 3. triede presnosti, ktorá bude slúžiť potrebám obce Malhotovice.

Pred meraním je potrebné vykonať rekognoskáciu terénu a vybudovať pomocnú meračskú sieť. Následne realizovať podrobné meranie a spracovať získané údaje. Hlavným výstupom bude účelová mapa v súradnicovom systéme S–JTSK a výškovom systéme Balt po vyrovnaní. Pri tvorbe mapy bude postupované v súlade s ČSN 01 3410 a ČSN 01 3411. Ďalšie výstupy budú obsahovať dokumentáciu z merania, priebehu výpočtu, výsledky, súradnice bodov, testovanie presnosti, prehľadné náčrty a skúšobný digitálny model terénu.

Textová časť práce je rozdelená na dve časti. Prvú časť tvorí kapitola Teoretický základ, ktorá obsahuje základné teoretické údaje z oboru geodézie, ktoré nejakým spôsobom súvisia s touto prácou a slúžia ako úvod do problematiky. Druhá časť popisuje postup pri spracovaní zadania práce. Začína bližším popisom meranej lokality, pokračuje priblížením prípravných prác a použitých pomôcok. Ďalej nasleduje postup meračských prác, spracovanie dát, popis výpočtu a kontroly. Záver praktickej časti je venovaný vyhotoveniu účelovej mapy a ďalších grafických príloh s popisom prác v jednotlivých programoch.

1 TEORETICKÝ ZÁKLAD

1.1 BODOVÉ POLE

Bodové pole je súhrn bodov, ktoré využívame pri meraní.

Štátne bodové pole ČR sa podľa účelu delí na polohové, výškové a tiažové. Bod daného bodového poľa môže byť zároveň súčasťou aj iného bodového poľa. Tieto body sú trvalo stabilizované danými značkami podľa druhu bodu a každý má svoje číslo. K bodom sú vyhotovené geodetické údaje, ktoré umožňujú vyhľadať bod v teréne. [1]

Na miestach, kde štátne bodové pole nemá dostatočnú hustotu, si pri meraní určujeme rôznymi metódami nové, vlastné body, tzv. pomocné meračské, a tým vzniká pomocná meračská sieť. Úplné číslo bodu sa skladá z 15 číslic. Prvých 6 číslic označuje katastrálne územie, v ktorom bod leží, ďalších 5 číslic patrí tzv. *Záznamu podrobného měření změn* (ZPMZ). Týchto 11 číslic nazývame predčíslie bodu, zvyšné 4 číslice tvoria vlastné číslo bodu.

1.1.2 Súradnicové a výškové systémy

Poloha bodov je daná súradnicami. Medzi geodetické referenčné systémy ČR patria aj súradnicový systém Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S-JTSK) a výškový systém Baltský – po vyrovnaní (Bpv), v ktorých bude bakalárska práca spracovávaná.

1.2 METÓDY URČOVANIA SÚRADNÍČ BODOV

1.2.1 Globálny navigačný satelitný systém

Polohu objektov na povrchu Zeme je možné určiť napr. využitím globálneho navigačného satelitného systému (GNSS). Jeden z týchto systémov, GPS (tiež označovaný ako NAVSTAR GPS), pracuje na princípe merania vzdialenosti (resp. času potrebného na jej prekonanie) medzi družicou a daným objektom. Na určenie priestorovej polohy objektu je treba poznať vzdialenosti k aspoň 4 družiciam. Systém má 3 segmenty – kozmický (družice vysielajúce signál), riadiaci (pozemné monitorovacie stanice), používateľský (prijímače, ktoré dekodujú signál zo satelitov).

Okrem amerického NAVSTAR-u bol v Rusku uvedený do prevádzky systém GLONAS, v Európe systém GALILEO. Regionálny systém má napr. Čína a ďalší si budujú v Indii či Japonsku. [2]

1.2.1.1 Real Time Kinematic

Metódy na určovanie priestorovej polohy môžeme rozdeliť na absolútne a relatívne. Metóda Real Time Kinematic (RTK) patrí medzi metódy relatívneho (diferenciálneho) určovania polohy. [2]

RTK – kinematická metóda v reálnom čase je metóda, pri ktorej prijímač spracováva korekcie zo základňovej stanice alebo zo siete permanentných referenčných staníc a na základe prijatých korekcií a nameraných dát vyhodnotí svoju pozíciu. [3]

1.2.2 Polárna metóda

Polárna metóda jednou zo základných metód pre podrobné polohopisné meranie. Polohu bodov určujeme pomocou vodorovných uhlov a dĺžok, teda tzv. polárnych prvkov. [4]

1.2.3 Rajón

Rajón je postup merania, pri ktorom sa polárnymi súradnicami určuje poloha bodu. Slúži napr. pri zahusťovaní pomocnej meračskej siete. Vychádzame teda z bodov vyššej presnosti. Rajón by nemal presiahnuť dĺžku 1500 m, a zároveň by nemal byť dlhší než je dĺžka orientácie. Vodorovný uhol sa meria v radoch a skupinách, a dĺžka je meraná dvakrát. Pomocou meraných prvkov sa od známych bodov (stanovisko a orientácia) vypočítajú súradnice bodu určovaného rajónom. [4]

1.3 TACHYMETRIA

Tachymetria je jednou z najhlavnejších geodetických metód pre mapovanie. Je to rýchla meračská metóda, pri ktorej je možné určovať zároveň polohu aj výšku bodov na zemskom povrchu. Vďaka tomu získavame súčasne informácie pre spracovanie polohopisnej aj výškopisnej zložky mapy. [2]

Z jedného stanoviska získavame súčasne vzdialenosť, vodorovný smer a výškový uhol. Tieto údaje sú potrebné pre určenie pravouhlých priestorových súradníc

(polohy a výšky) podrobného bodu. [5] Podľa spôsobu merania a použitého prístroja rozlišujeme rôzne druhy tachymetrie.

1.4 MERAČSKÝ NÁČRT

Náčrt vo všeobecnosti je približný, schematický obraz časti Zeme, ktorý iba naznačuje polohu bodov, hraníc alebo terénnych tvarov.

Meračské náčrty rozdeľujeme podľa ohraničenia na blokové a rámové, podľa obsahu na polohopisné a výškopisné. Podkladom pre polohopis môže byť kópia katastrálnej mapy alebo letecký snímok danej lokality.

Náčrt, ktorý je tvorený pri tachymetrickej metóde a obsahuje väčšinou polohopis aj výškopis môžeme nazývať tachymetrický náčrt. [6]

Obsahom náčrtu by mali byť body bodových polí, PMS a podrobné body, polohopisná kresba, popis, hranice náčrtov, znázornenie výškopisu (terénne tvary, hrany, svahy vyjadrené technickými šrafami a pod.) a prípadne omerné a konštrukčné miery. Mierka náčrtu nesmie byť väčšia, než je mierka vyhotovovanej mapy, aby náčrty zachytili viac podrobností, ktoré budú potrebné pri tvorbe mapy.

Na záver je náčrt doplnený o údaje, ktoré neboli zaznamenané pri meraní. Ide o farebné rozlíšenie meraných prvkov (tzv. adjustácia) a doplnenie popisu (názov k.ú., smer severu, popisové pole...), mapových značiek, čísel náčrtov a susedných náčrtov a pod.

Zásady pre farebné znázornenie:

- čierna – polohopis, popis, číslo náčrtu, názov k.ú., príp. kontrolné omerné miery,
- modrá – vodné toky a súvisiace objekty, príp. nivelačné meranie,
- červená – body bodových polí a ich čísla, orientačné smery, rajóny, smer severu,
- hnedá – podrobné body merané tachymetricky a ich čísla, výškopisné prvky (hrany terénnych stupňov, šrafy, výškové kóty).[7]

Čím dôslednejšie bude vyhotovený meračský náčrt, tým jednoduchšie bude spracovanie mapy. Je nutné mať znalosť aspoň základných terénnych tvarov.

1.5 ÚČELOVÁ MAPA

Účelová mapa je vždy mapa veľkej mierky, ktorá okrem základných prvkov mapy zobrazuje aj ďalší obsah, a to podľa účelu, pre aký bola vytvorená. Tieto mapy sa používajú pre plánovanie, projektovanie, údržbu, dokumentáciu a iné účely. [7]

Účelové mapy môžu vznikať priamym meraním, prepracovaním alebo domeraním požadovaného obsahu do doterajších máp. Polohopis môže byť prevzatý z iných máp, často k tomu slúži mapa katastrálna. [7]

Účelové mapy delíme na mapy základné, podzemných priestorov a ostatné.

1.6 TERÉN

Povrch Zeme pokrytý objektmi, teda terén, je veľmi zložitá plocha, ktorú nie je možné preniesť do mapy so všetkými podrobnosťami. Je treba vynechať nepodstatné podrobnosti a vytvoriť zjednodušený obraz zemského povrchu. Tento proces sa nazýva generalizácia a po jej dokončení sa terén zobrazí v mape ako zjednodušená topografická plocha. [2]

1.6.1 Výškopis

Pre znázorňovanie výškopisnej zložky mapy poznáme niekoľko spôsobov: vrstevnice, výškové kóty, šrafovanie, tieňovanie a vrstevové farbenie.

Vrstevnica, tiež izohypsa, je čiara na mape, ktorá reprezentuje množinu bodov s rovnakou výškou. [6]

Vrstevnice rozlišujeme:

- základné – vrstevnice vo zvolenom (základnom) intervale,
- doplnkové – používajú sa v oblastiach kde základné vrstevnice nedokážu dostatočne znázorniť zmenu sklonu terénu, hlavne v plochom teréne, kde je vzdialenosť základných vrstevníc väčšia než 5 cm,

- zvýraznené – v päťnásobku základného intervalu, je popísaná výškovou kótou v smere spádu,
- pomocné – pomáhajú znázorniť nepravidelnosť terénu v miestach, kde sa terén vplyvom času rýchlo mení (napr. lomy).

Interval vrstevnice je vertikálna vzdialenosť vrstevníc. Pre mierku 1:500 je stanovený na 1 m. Vrstevnice sa znázorňujú hnedou farbou. Nekreslia sa medzi hranicou vodnej plochy, v skalách, šrafovaných oblastiach a v niektorých ďalších prípadoch. [7]

Kóty udávajú informáciu o výške bodu, avšak nie o priebehu terénu. Z toho dôvodu sa používajú v kombinácii s vrstevnicami a šrafami. Rozlišujeme relatívne (násyp, terénny stupeň) a absolútne (výška terénu, podrobných bodov) výškové kóty. [7]

Technické šrafy, jeden z druhov šráf, sa používajú pre vyjadrenie rovnomerného sklonu, ktorý je vymedzený terénnymi hranami (napr. násyp, jama, medza,...). [6] Pre zistenie veľkosti sklonu je nutné hrany doplniť výškovými kótami. [7] Kreslia sa striedaním dlhej a krátkej čiary v rovnakom rozstupe. Hnedou farbou sa znázorňujú prírodné tvary, čiernou potom umelo vytvorené.

1.6.2 Digitálny model terénu

Digitálny model terénu (angl. Digital Terrain Model) je tvorený súborom bodov, ktoré majú súradnice a výšku, ďalej líniami, ktoré popisujú priebeh terénu a plochami. Model terénu je model zemského povrchu bez objektov na ňom (stavby, mosty, vegetácia). Povrch vrátane objektov a vegetácie môže byť zachytený na digitálnom modeli povrchu, angl. digital surface model. [7]

Digitálne modely môžu slúžiť pre projektovanie, rôzne štúdie, analýzy, 3D vizualizácie. [8]

2 LOKALITA

2.1 POPIS LOKALITY

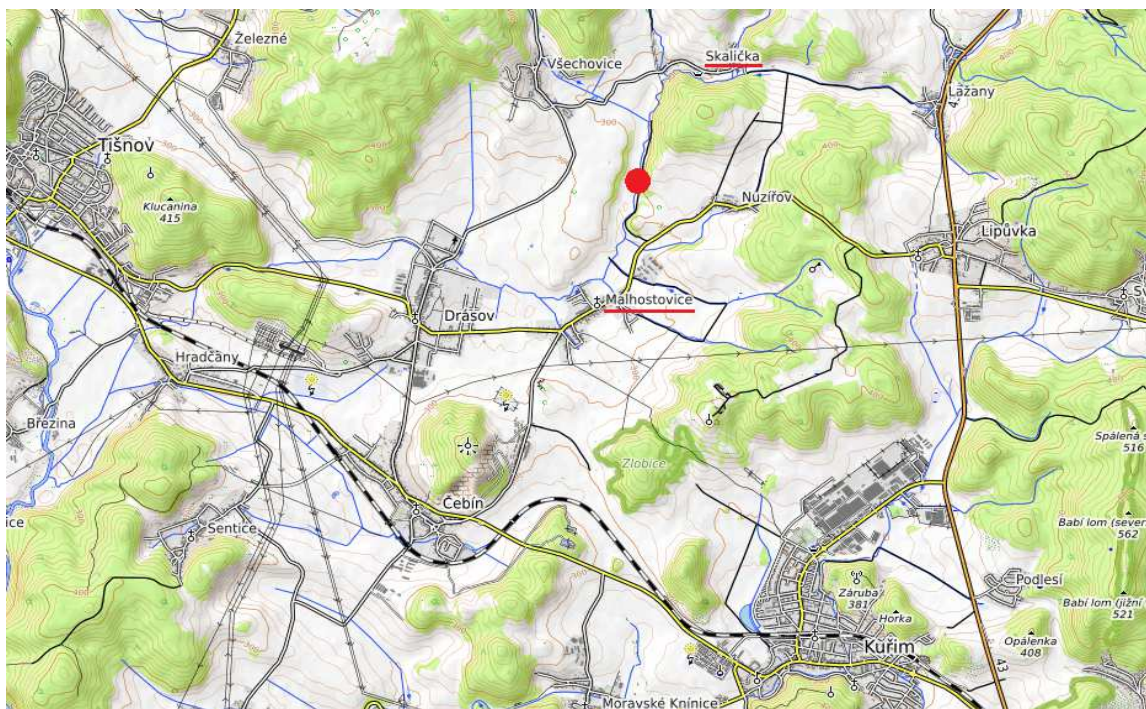
Zameriavaná lokalita – údolie potoka Lubě (v časti Skalička – Malhostovice), leží asi 1 km severne od obce Malhostovice (Obr. 1). Lokalita z väčšej časti patrí do k.ú. Malhostovice, avšak západný okraj lokality zasahuje do katastru obce Všechnovice.

Obec Malhostovice leží v severnej časti okresu Brno–venkov v Juhomoravskom kraji. Nachádza sa necelých 6 km východne od mesta Tišnov v nadmorskej výške 279 m n.m. Prvá písomná zmienka o obci je z roku 1320. V roku 2016 mala obec 963 obyvateľov. K obci patrí miestna časť Nuzířov, kde žije asi 150 obyvateľov. [9]

Približne 3 km severne od obce Malhostovice v nadmorskej výške 302 m leží obec Skalička. Táto obec vznikla v roku 1349. V roku 2016 tu žilo 154 ľudí. [10]

Obec Všechnovice, do ktorej lokalita z časti zasahuje, leží v nadmorskej výške 310 m a má asi 230 obyvateľov. [11]

Všetky spomenuté obce spolu s obcami Čebín, Drásov, Hradčany a Sentice tvoria Mikroregión Čebínka, ktorý vznikol v roku 2002 združením týchto obcí.[12]



Obr. 1 Poloha lokality na mape širšieho okolia [13]

2.1.2 Údolie potoka Lubě

Lubě je potok, ktorý pramení medzi obcami Rašov a Zhoř. Preteká cez okresy Blansko a Brno–venkov a po 23 km svojej dĺžky sa pri obci Březina, 3 km južne od mesta Tišnov, vlieva do rieky Svratky, ktorá patrí do úmoria Čierneho mora.

2.1.3 Cyklotrasa – Cesta v luzích

Okrem potoka Lubě sa v lokalite nachádza cyklotrasa, ktorá spája obce Malhostovice a Skalička. Trasa s názvom *Cesta v luzích* vznikla v roku 2009 za účelom podpory cestovného ruchu v tejto oblasti. Táto cesta tvorí úsek na cyklotrase mikroregiónu Čebínka – *Čebínkou na kole ze Zlobice pod Paní horu*. [14]

2.1.3.1 Náučný chodník Cesty medu

Súčasťou cyklotrasy je náučný chodník vybudovaný v roku 2009 Včelárskym spolkom, ktorý sídli v obci Skalička. Začiatok chodníka s názvom *Cesty medu* je na začiatku cyklotrasy, ďalej pokračuje proti prúdu Lubě, a končí na okraji Skaličky. Je tu umiestnených 6 tabúl so včelárskou tematikou a socha Sv. Ambróza – patróna včelárov. Na okraji obce Skalička je siedma informačná tabuľa, kde si turisti môžu pozrieť presklený pozorovací úľ, a asi 300 m od tabule je včelnica. Posledná, ôsma tabuľa sa nachádza mimo cyklotrasy, na námestí obce Drásov, kde propaguje včelárstvo a včelie produkty. [15]

3 PRÍPRAVNÉ PRÁCE

3.1 REKOGNOSKÁCIA TERÉNU

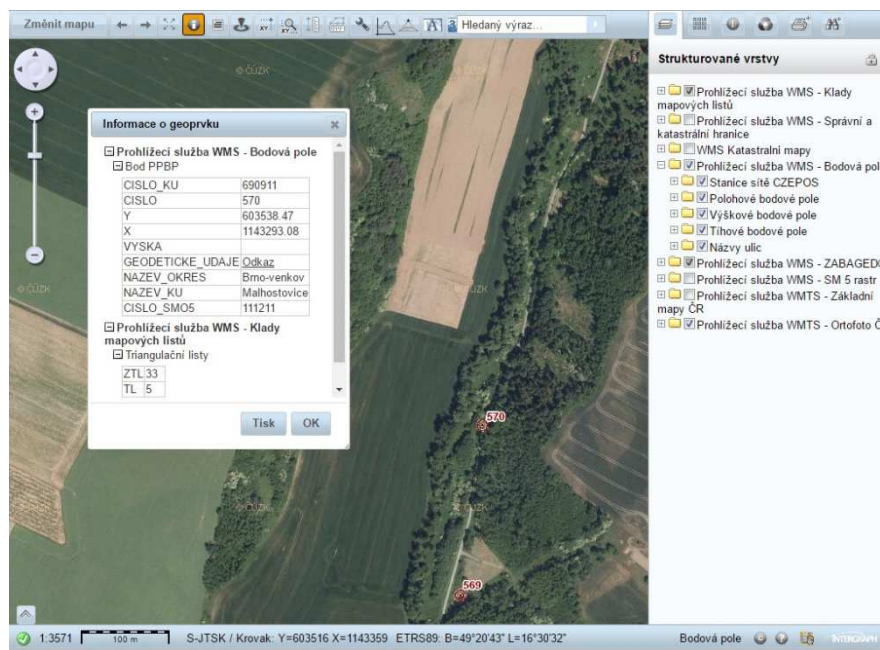
Rekognoskácia terénu by mala byť vykonaná pred každým meraním, aby sa geodet zoznámil s danou lokalitou, zistil jej charakter a vedel tak, čo môže očakávať pri meraní.

Rekognoskácia v predmetnej lokalite prebehla dňa 6.6.2015 v prítomnosti vedúceho tejto bakalárskej práce Ing. Jiřího Vondráka, PhD. Bol popísaný vznik a účel cyklotrasy, využitie, tiež boli bližšie špecifikované požiadavky na rozsah a obsah podrobného merania a pod.

Bolo zistené, že potok Lubě je zo západnej strany obklopený prevažne kukuričným poľom a z východnej strany vysokým hustým porastom (bodliak, žihľava, ...). Potom nasleduje cyklotrasa a ďalej na východ od nej sú v menšine kríky a väčšinu tvorí les. V celej lokalite sa tiež vyskytujú divoko rastúce kríky ako napríklad agát biely, baza čierna.

3.1.1 Rekognoskácia štátneho bodového poľa

K rekognoskácii štátnych bodových polí je treba získať geodetické údaje o bodoch v lokalite. K týmto údajom sa dostaneme cez *Geoprohlížeč* geoportálu ČÚZK, alebo cez databázu bodových polí.



Obr. 2 Ukážka vyhľadávania bodov bodových polí v Geoprohlížeči [16]

Z mapy bodových polí v *Geoprohlížeči* bolo zistené, že v blízkosti lokality sa majú nachádzať dva body podrobného polohového bodového poľa – 690911000000569 a 690911000000570 (Obr. 2). Mali byť stabilizované závrtnými znakmi a ich poloha bola určená polygónom. Geodetické údaje boli platné ku dňu 1.1.2000.

Získané súradnice týchto bodov boli vložené do GNSS prijímača a použité pre vyhľadanie bodov v teréne. Bohužiaľ, ani jeden z bodov sa nepodarilo dohľadať. Bod č.569 sa mal nachádzať na lúke pod elektrickým vedením, kde dnes už zasahovali činnosti spojené s lesnými prácami. Bod č.570 sa mal nachádzať približne o 200 m severnejšie, na ľavom okraji cesty. Bod sa nepodarilo dohľadať ani po odstránení časti bahna a zeminy. Vzhľadom na rok platnosti geodetických údajov sa dá predpokladať, že tieto body podrobného polohového bodového poľa boli v dôsledku výstavby cyklotrasy alebo už v skorších dobách pri iných prácach v lokalite, zničené.

Na základe tohto zistenia bolo pri rekognoskácii terénu so súhlasom vedúceho práce uvažované o tvorbe bodového poľa pomocou metódy GNSS. Vzhľadom na hustý porast v lokalite boli vytipované miesta, kde by nemal byť problém s príjmom signálu z družíc (na cyklotrase a na poli).

3.2 PRÍSTROJE A POMÔCKY

Prístroje potrebné k zameraniu lokality boli zapožičané z Ústavu geodézie Fakulty stavební VUT v Brne. Jednalo sa o:

- GNSS aparatúru Trimble R4 s výtyčkou
- totálnu stanicu Topcon GPT-3003N
- statív
- odrazový hranol na výtyčke

Ďalšie drobné pomôcky – zvinovací meter, kladivo, mačeta, značkovací sprej, roxory, drevené kolíky, vysielacky, kancelárske potreby atď. boli zabezpečené z vlastných zdrojov.

3.2.1 Trimble R4

Autorizovaný distribútor produktov Trimble, spoločnosť Geotronics Praha, s.r.o., charakterizuje prijímač Trimble nasledovne: „*RTK systém Trimble R4 je založen*

na osvedčené GPS technologii Trimble a podporuje mērení na frekvencích L1 a L2 s možností rozšíření na GLONASS. Dvoufrekvenční anténa se submilimetrovou stabilitou fázového centra poskytuje přesné výsledky i v náročných podmínkách.” Ďalej udáva, že presnosť RTK metódy môže byť na úrovni $\pm 3 \text{ mm} + 0,1 \text{ ppm RMS}$ v polohe a $\pm 3,5 \text{ mm} + 0,4 \text{ ppm RMS}$ vo výške, avšak upozorňuje, že presnosť môže byť ovplyvnená rozmiestnením družíc, prekážkami, atmosférickými podmienkami a je treba dodržiavať doporučený meračský postup. [17]

3.2.2 Topcon GPT-3003N

V návode k totálnej stanici Topcon-3003N [18] v kapitole 23-Technické parametre je uvedená presnosť merania dĺžok v hranolovom móde $\pm 3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times D$, kde D je meraná dĺžka. Presnosť merania uhlov je $3''$ (1.0 mgon).

3.3 TVORBA POMOCNEJ MERAČSKEJ SIETE

Vzhľadom na aktuálny stav štátneho bodového poľa bola po konzultácii s vedúcim práce metódou GNSS merania RTK vytvorená PMS.

Po rekognoskácii terénu boli na začiatku septembra 2015 v lokalite rozmiestnené budúce stanoviská. Pri tejto činnosti sme sa usilovali o vzájomnú viditeľnosť medzi bodmi, aby pri využití týchto bodov vo funkcií stanovísk podrobného merania boli k dispozícii orientačné body. Vytvorené body boli stabilizované pomocou železných roxorov ($\varnothing 8\text{--}12 \text{ mm}$) alebo drevených kolíkov s krížikom, a označené farebným sprejom (Obr. 3).



Obr. 3 Ukážka stabilizácie bodu pomocnej meračskej siete roxorom [19]

Súradnice každého takto vytvoreného bodu boli merané dvakrát, v súradnicovom systéme S–JTSK s odstupom aspoň 1 hodiny medzi prvým a druhým zameraním. Nadmorské výšky boli určené vo výškovom systéme Bpv.

Pred meraním bol založený nový Job, do ktorého sa ukladajú údaje o meraní. Bola nastavená výška antény, hodnota elevačnej masky, číslo meraného bodu a pod. Meranie na bode trvalo približne 1 minútu. Bolo treba aby bol prijímač v tej chvíli inicializovaný a fixovaný.

V tejto etape bolo vytvorených 12 bodov PMS. Bodom boli pridelené vlastné čísla bodu od 4001 po 4012. Pomocnú meračskú sieť je možné neskôr doplniť, a to podľa konkrétnej potreby a situácie pri podrobnom meraní danej lokality.

4 MERAČSKÉ PRÁCE

4.1 PRÍPRAVA NA STANOVISKU

K meraniu bola použitá totálna stanica Topcon–GPT3003N a odrazový hranol Topcon na výtyčke. Pred každým meraním s inými pomôckami, bola skontrolovaná hodnota konštanty hranolu (-30 mm) a správnosť výškovej stupnice výtyčky. Merali sa šikmé dĺžky v metroch na 2 desatinné miesta, uhlové hodnoty boli zaznamenávané v grádoch na 4 desatinné miesta. Výška cieľa bola zadávaná taktiež v metroch, na 2 desatinné miesta.

Zadanie hodnoty mierkového faktoru v totálnej stanici je jedna z možností zavedenia matematických korekcií meraných dĺžok (oprava z kartografického skreslenia a oprava z nadmorskej výšky). Mierkový faktor bol však pri meraní nastavený na hodnotu 1, a teda korekcie neboli do merania započítavané. Matematické korekcie budú zavedené neskôr.

Na každom stanovisku boli pred meraním zadane aj hodnoty atmosférického tlaku (v Pa) a vonkajšej teploty (v °C), ktoré ovplyvňujú veľkosť fyzikálnych korekcií meraných dĺžok (vplyv prostredia na prechod laserového lúča atmosférou). Ďalej bola pomocou zvinovacieho metra odmeraná výška prístroja.

4.2 PODROBNÉ MERANIE

Meranie podrobných bodov prebiehalo tachymetrickou metódou. Body boli číslované od 1. Predmetom merania boli polohopisné a výškopisné prvky – priebeh potoka, cyklotrasy, lesnej cesty, rozhranie kultúr, tabule náučného chodníka, samostatné stromy, terénne hrany a pod.

Cyklotrasa bola podľa požiadaviek meraná v profiloch – okraj, os, okraj a hranica porastu. Pri meraní potoka a prislúchajúcich terénnych hrán sme sa usilovali tiež o vytvorenie akéhosi profilu – horná hrana, hladina, hladina, horná hrana. Podrobné body boli volené tak, aby čo najlepšie vyjadrili daný terén. Vzhľadom na mierku budúcej mapy (1:500) boli v rovinných častiach terénu body merané v tvare štvoruholníkovej siete so stranou dlhou 2 až 3 cm v mape, čo v teréne predstavuje 10 až 15 m. V niektorých častiach sa rozmiestnenie podrobných bodov môže zdať chaotické.

Je to zapríčinené sťaženou orientáciou a pohybom vo vysokej tráve a hustom kroví (Obr. 4).



Obr. 4 Fotografia z merania v blízkosti koryta potoka Lubě [20]

Ďalej bolo počas merania dodržiavané pravidlo mať aspoň 2 orientačné body. Orientácie boli merané v dvoch polohách d'alekohľadu, podrobné body potom v jednej polohe. Taktiež boli merané 2–3 podrobné body v prekryte aspoň z 2 stanovísk, aby sa zaistila kontrola a nadväznosť medzi stanoviskami. Tieto body boli dočasne stabilizované drevenými kolíkmi vo voľných plochách, resp. označené sprejom na cyklotrase.

Pred ukončením merania na stanovisku bol skontrolovaný aspoň 1 orientačný smer, čo vedie k rýchlemu, hrubému overeniu správnosti merania. Týmto jednoduchým úkonom je možné vylúčiť napríklad posunutie statívu počas merania na stanovisku.

4.2.1 Doplnenie pomocnej meračskej siete

Pri nevyhovujúcej polohe stanoviska vytvoreného metódou GNSS merania, bola doterajšia PMS doplnená tzv. rajónmi, a to tak, aby bolo možné zamerať aj menej dostupné alebo prehľadné miesta. Tieto nové body boli vytvárané a zameriavané v dvoch polohách d'alekohľadu súčasne s podrobným meraním.

Z dôvodu zničenia niekoľkých bodov PMS pri poľnohospodárskych a lesných prácach musela byť meračská sieť doplnená o nové body určené pomocou GNSS. V niektorých miestach, kde bola meračská sieť zničená, ale bol tu dostupný signál pre GNSS prijímač, boli podrobné body domerané pomocou RTK metódy. Taktiež záverečná časť cyklotrasy a poľa bola so súhlasom vedúceho práce domeraná touto metódou.

4.3 REGISTRÁCIA MERANÝCH ÚDAJOV

Všetky namerané hodnoty boli registrované do pamäte totálnej stanice a neskôr prenesené do počítača pre ďalšie spracovanie. Z nameraných údajov boli priebežne vypočítané súradnice bodov a ich grafický výstup slúžil ako podklad pre lepšiu orientáciu v teréne pri pokračovaní meračských prác v ďalších dňoch.

4.4 VEDENIE MERAČSKÉHO NÁČRTU

Počas merania bol rukou kreslený meračský náčrt. Pre lepšiu manipuláciu v teréne bol zvolený formát A4.

Rámový meračský náčrt obsahoval očíslované body pomocnej meračskej siete (od 4001), krížikom označené podrobné body a ich čísla (od 1), merané prvky polohopisu a výškopisu, ďalej popis, meračské značky a prípadné poznámky.

Na záver boli meračské náčrty adjustované príslušnými farbami (viď popis meračského náčrtu v kapitole 1.4), doplnené o údaje o katastrálnom území, vyhoviteľovi, číslu posledného použitého bodu, susedného meračského náčrtu atď. Meračské náčrty sú priložené k tejto práci, a tiež boli oskenované pre uloženie na CD s prílohami (príloha č.6).

4.5 ZHODNOTENIE MERAČSKÝCH PRÁC

Celkové zamerané územie má rozmery približne 100x520 m. Meračské práce prebiehali v rôznych ročných obdobiach, aby boli uľahčené aktuálnym stavom vegetácie v niektorých menej prehľadných a neprístupnejších miestach.

Pomocná meračská sieť pre tachymetrické zameranie obsahuje spolu 33 bodov, z toho 17 bodov bolo určených metódou GNSS a 16 bodov metódou rajónu. Táto sieť je pomerne hustá, čo je dôsledok charakteru meranej lokality. Keďže GNSS prijímač mal dobrý signál len na poli a častiach cyklotrasy, bolo potrebné dostať sa do miest s hustejším porastom – k potoku, hlbšie do lesa, do jadra hustého porastu a pod. Spolu bolo v lokalite zameraných približne 1100 podrobných bodov, z toho 91 metódou RTK GNSS. V prekryte z dvoch stanovísk bolo zameraných 31 podrobných bodov. Stav vodnej hladiny je platný ku dňu 18.2.2017.

5 KANCELÁRSKE PRÁCE

5.1 PRENOS DÁT DO POČÍTAČA

Prenos nameraných údajov z GNSS aparatury je veľmi jednoduchý. Merané údaje, ktoré sú uložené v tzv. Jobe, sa exportujú do protokolov merania, a tieto súbory sa pomocou USB kábla prenesú priamo do PC alebo na USB kľúč. Obsahujú súradnice a výšky meraných bodov, čas a interval merania, výšku antény, informácie o satelitoch, sieti a presnosti.

Údaje uložené v pamäti totálnej stanice Topcon sa pomocou spojovacieho kábla a programu Geoman prenesú priamo do počítača. V prostredí Geoman-u a v totálnej stanici sa pre úspešný prenos dát nastavujú rovnaké hodnoty komunikačných parametrov.

Ďalej je v programe Geoman možnosť nastaviť korekcie, tzv. mierkový faktor. Touto voľbou by boli opravy z kartografického skreslenia a nadmorskej výšky započítané pri sťahovaní údajov, avšak ani táto možnosť nebola využitá. Namerané údaje budú opravené až pri výpočte.

Samotný prenos dát pomocou programu Geoman zahájime vybratím voľby *Prijat' dáta*. Zadáme požadované umiestnenie a názov výstupného súboru. Potom sa v totálnej stanici cez funkciu *Pamäťového manažéra* dostaneme k voľbe *Prenos dát*. V zozname uložených súborov nalistujeme náš hľadaný a potvrdíme prenos. Údaje sa začnú odosielať z prístroja do počítača a po úspešnom prenose vzniknú 2 súbory – súbor *.STD (tzv. surové dáta) a súbor *.ZAP (merané dáta – zápisník).

Získane údaje máme možnosť spracovávať v rôznych geodetických programoch, napr. Geus, Groma, VKM, MicroStation, Kokeš a pod. Pre túto bakalársku prácu bol využitý výpočtový program Groma, v11, a grafická časť bola spracovávaná prevažne v programe MicroStation, v8, s doplnkovým využitím niektorých funkcií programu Kokeš a nadstavby MGEO.

5.2 SPRACOVANIE ÚDAJOV

5.2.1 Spracovanie údajov z GNSS merania

Z protokolu merania vo formáte textového súboru *.txt boli získané súradnice bodov pomocnej meračskej siete. Keďže body boli vytvárané vo viacerých etapách a neboli ukladané do jednej zákazky (Jobu), nebol možný export protokolu so spriemerovanými súradnicami bodov. Výsledné súradnice bodov PMS boli získané pomocným výpočtom aritmetického priemeru v tabuľkovom procesore Microsoft Excel (viď príloha 01.3). Jedná sa o body číslo 4001–4012, 4025–4028 a 4030. Zoznam spriemerovaných súradníc bodov PMS je uvedený v prílohe č.01.4 a zoznam podrobných bodov určených metódou RTK je v prílohe č.01.5. V názvoch súborov sa vyskytuje pomenovanie „SS“, z českého „soubor souřadnic“.

5.2.2 Spracovanie údajov z totálnej stanice

Pri výpočtových prácach budeme ďalej pracovať so získaným zápisníkom merania vo formáte *.ZAP. Pred importom do výpočtového programu bol tento súbor skontrolovaný a prípadne boli zmazané alebo dodatočne editované nejaké chybne registrované údaje, napr. výška cieľa, dvakrát založené stanovisko a pod.

5.3 VÝPOČTOVÉ PRÁCE

Výpočty týkajúce sa tejto bakalárskej práce prebiehali v geodetickom systéme Groma, verzia 11.

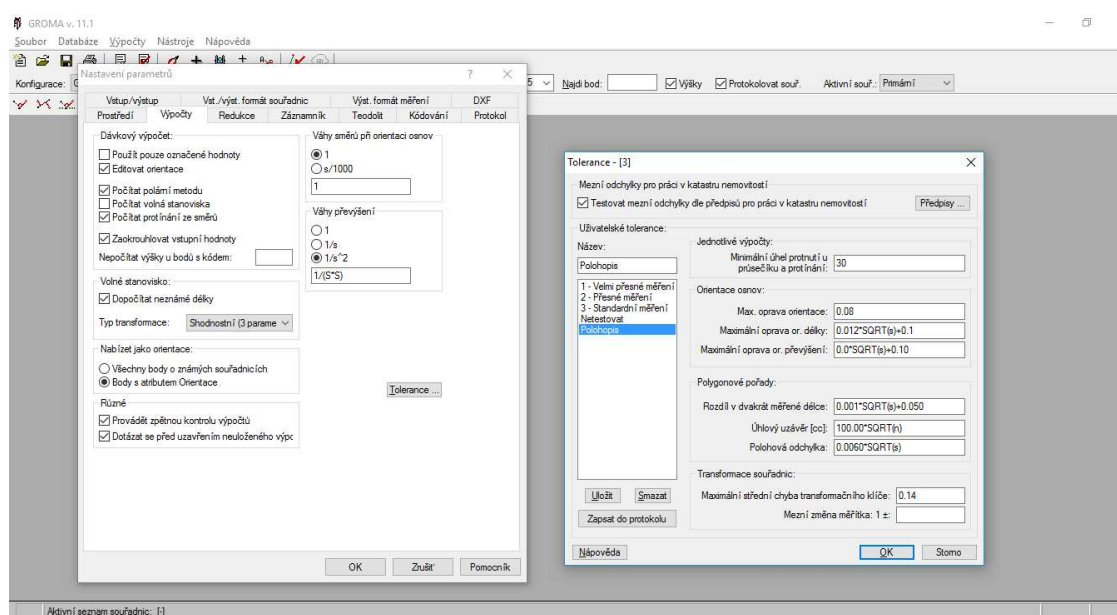
5.3.1 Príprava prostredia programu Groma pre výpočet

Pred výpočtom je potrebné správne si nastaviť prostredie programu (Obr. 5). Klikneme na *Súbor – Nastavenia* a otvorí sa nám tabuľka *Nastavenie parametrov*. Tu boli v niekoľkých záložkách postupne nastavené dĺžkové a uhlové jednotky, formát dĺžok (merané boli šikmé dĺžky), počet desatinných miest súradníc, výšok, dĺžok, uhlov (všetko na 2 desatinné miesta), formát využívaných vstupných súborov (MAPA2), tolerancie pre výpočty a pod.

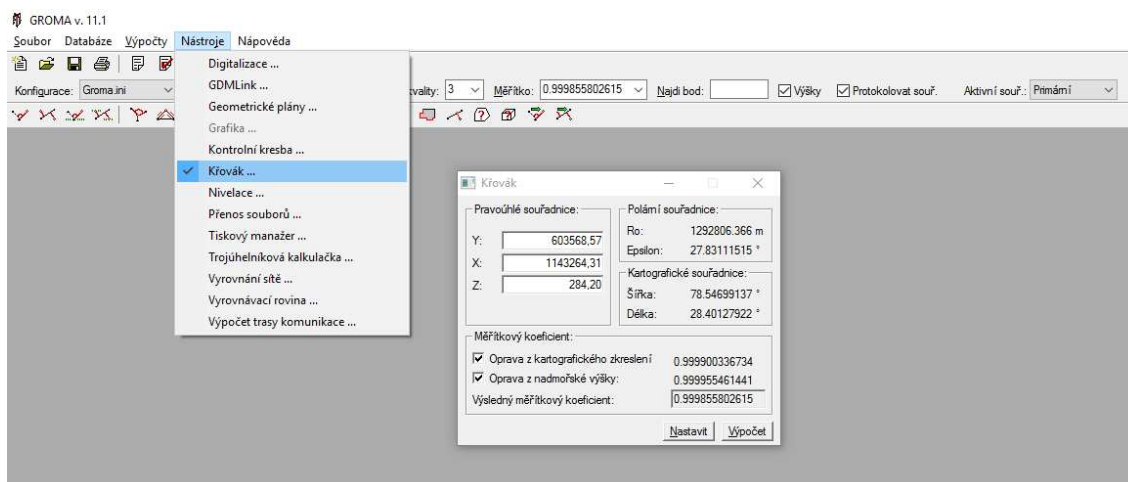
5.3.2 Zavedenie matematických korekcií

Ďalej je potrebné namerané údaje opraviť o matematické korekcie, ak neboli nastavené priamo pri meraní alebo neskôr, pri sťahovaní údajov. Korekcie sa prejavujú po zavedení tzv. mierkového koeficientu.

V programe Groma je možné tento faktor vypočítat pomocou funkcie „Křovák“, ktorú nájdeme v záložke *Nástroje* (Obr. 6). Do tabuľky, ktorá sa nám po kliknutí objavila na obrazovke boli zadané súradnice X, Y, ktoré vedú k výpočtu opravy z kartografického skreslenia a súradnica Z, teda výška, pomocou ktorej program vypočíta opravu z nadmorskej výšky. Súradnice X, Y, Z boli vypočítané ako priemer zo súradníc bodov PMS určených metódou GNSS (príloha č.01.4). Po výpočte hodnoty mierkového koeficientu bola táto hodnota voľbou „Nastaviť“ nastavená do programu Groma, a korekcie sa započítajú pri importe zápisníka do prostredia programu.



Obr. 5 Počiatočné nastavenie programu Groma, v.11 [21]



Obr. 6 Ukážka funkcie Křovák pre výpočet mierkového koeficientu [22]

5.3.3 Doplnenie čísla bodu do úplného tvaru

Pri meraní sme pracovali len s vlastnými číslami bodov. Tieto čísla boli pred výpočtom doplnené o tzv. predčíslie (viď kapitola 1.1).

Katastrálne územie Malhostovice má číslo 690 911, susediace k. ú. Všechnovice u Tišnova má označenie 787 078. Keďže meraná lokalita zasahuje do oboch území, mali by byť body číslované samostatne v rámci každého územia. Avšak vzhľadom na účel bakalárskej práce a vyhotovovanej mapy bolo od tohto kroku upustené. Väčšina lokality leží v k. ú. Malhostovice, preto bolo pri výpočte použité jeho číslo. Meraná lokalita nadväzuje na lokalitu meraní slečnou Psíkovou, ktorá si za číslo ZPMZ zvolila 1, z tohto dôvodu bolo pre túto prácu zvolené nasledujúce číslo, teda 2.

Predčíslie bodov tejto práce má potom výsledný tvar 69091100002 a tiež bolo nastavené v prostredí Gromy.

5.3.4 Import zápisníkov merania

Import zápisníkov vykonáme cez voľbu *Súbor – Otvoriť*, v tabuľke nájdeme adresár s nameranými zápisníkmi typu „Měření MAPA2“, potvrdíme vybratý súbor a prebehne import. Pri importe sa merané šikmé dĺžky prevedú na vodorovné a zavedú sa opravy z kartografického skreslenia a nadmorskej výšky, čísla bodov sa doplnia do úplného tvaru. O importe je vytvorený protokol, ktorý sa zobrazí v prostredí Gromy a je možné ho uložiť (viď príloha č.03.1).

V zápisníkoch ďalej označíme všetky potrebné orientácie a spracujeme meranie v dvoch polohách ďalekohľadu. Zvolíme kartu „Měření“, potom „Zpracování zápisníku“, v tabuľke označíme požadované opravy a potvrdíme. Groma nám opäť ponúkne protokol, kde vidíme priebeh výpočtu a prípadné podozrivé alebo chybné hodnoty (viď príloha č.03.2).

Po týchto úpravách zápisníkov merania môžeme pokračovať v ďalších výpočtoch.

5.3.5 Výpočet pomocnej meračskej siete

Pred výpočtom súradníc podrobných bodov prebehol najskôr samostatný výpočet súradníc bodov PMS zameraných metódou rajónu.

Pretože určenie súradníc týchto bodov vychádza z bodov určených metódou GNSS, je treba importovať takto určené body. Do programu Groma bol teda nahratý súbor formátu *.txt z prílohy č.01.4, ktorý sa v Grome objaví ako súbor formátu *.crd (súradnice).

Výpočet súradníc rajónov bol vykonaný voľbou *Výpočty – Polárna metóda* s postupným ručným zadávaním stanovísk, orientácii a určovaných bodov. Protokol výpočtu je k dispozícii v prílohe č.03.3 a vypočítané súradnice boli uložené v prílohe č.04.1 vo formáte *.txt.

5.3.6 Výpočet podrobných bodov

Pre výpočet súradníc podrobných bodov bola využitá funkcia „*Polární metoda dávkou*“, pri ktorej už nie je nutné ručné zadávanie jednotlivých stanovísk, ale stále je tu možnosť kontrolovať postup výpočtu a prípadne editovať orientácie.

Pri tomto výpočte bol vylúčený výpočet rajónov, a naopak, prebiehal výpočet bodov, ktoré boli merané v prekryte stanovísk. Program nám po druhom výpočte takto zameraného bodu ukáže odchýlky a ponúkne možnosť kontroly alebo opravy. Pri týchto bodoch bola zvolená možnosť kontrola, a teda súradnice z prvého výpočtu sa nezmenili. Priebeh celého výpočtu je uložený v protokole, ktorý je prílohou č.03.4 tejto práce. Je v ňom možné dohľadať aj dosiahnuté súradnicové rozdiely na dvakrát meraných podrobných bodoch. Súradnice podrobných bodov ktoré boli merané tachymetrickou metódou sa nachádzajú v prílohe č.04.2.

5.4 TESTOVANIE PRESNOSTI

Polohopis a výškopis musí spĺňať určité kritéria presnosti. Testovaním výsledkov tvorby vzhľadom k predpísaným kritériám overíme dosiahnutú presnosť.

5.4.1 Kontrolné meranie

Za účelom kontroly presnosti vyhotovenia účelovej mapy bola vybudovaná nová PMS. Súradnice bodov boli určené pomocou GNSS metódou RTK rovnakým postupom ako v prvom prípade. Pre odlíšenie boli tieto body číslované od 4101.

Z novej PMS boli, opäť tachymetricky, merané vybrané podrobné body. Číslo bodu bolo zachované z prvého zamerania. Kontrolované body boli, v rámci možností, rovnomerne rozmiestnené po celej zameranej lokalite. Vybrané body pre kontrolné meranie boli stabilizované už počas podrobného merania pomocou drevených kolíkov alebo klinec. Druhým zameraním týchto bodov vznikol nový súbor s údajmi o polohe (X,Y) a výške (Z) vybraných podrobných bodov.

5.4.2 Spracovanie kontrolného merania

Získané údaje boli spracovávané rovnakým postupom ako prvé zameranie. Výpočet súradníc prebehol v programe Groma. Nové získané súradnice boli využitím funkcie "*Porovnání seznamu souřadnic*", porovnávané s predošlým zameraním a boli tak získané súradnicové odchýlky na jednotlivých bodoch. Tie mali splňovať určité kritéria presnosti.

Súradnicové odchýlky boli spracovávané v MS Excel. Pri testovaní bol dodržiavaný postup uvedený v *ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy* [23].

Vstupné údaje a výpočty týkajúce sa kontrolného merania sú uvedené v prílohách spolu s podrobným meraním. Spracovanie porovnania súradníc v programe MS Excel je uvedené v prílohe č.07, spolu so vzťahmi a hodnotami potrebnými k výpočtu.

6 GRAFICKÉ SPRACOVANIE

6.1 TVORBA ÚČELOVEJ MAPY

Pre tvorbu účelovej mapy bol zvolený primárne program MicroStation, verzie 8. Účelová mapa bola tvorená vo výkrese formátu DGN V8.

Na začiatku tvorby mapy je nutné správne založiť nový výkres. Pri zadávaní názvu súboru je treba vložiť vhodný zakladací výkres, ktorý má v sebe správnu orientáciu pre súradnicový systém S-JTSK. Ďalej môžeme nastaviť pracovné jednotky výkresu, formát uhlov a pod. Pracovať budeme aj s knižnicou buniek a čiar, ktoré boli spolu so zakladacím výkresom prevzaté z predmetov bakalárskeho štúdia. Kresba má byť vyhotovená podľa normy ČSN 01 3411 *Mapy velkých měřítek, Kreslení a značky*. [24]

Nasleduje import súradníc bodov. Spustíme aplikáciu MDL Groma, ktorá umožní prenos súradníc zo súboru *.txt do výkresu. Nastavíme požadované atribúty pre farby, veľkosť a font písma, mierku a iné údaje. Potom vyberieme súbor, ktorý chceme importovať a potvrdíme.

Po importovaní súradníc všetkých bodov do prostredia MicroStation pristúpime k tvorbe mapy. Podľa meračských náčrtov postupne spojíme merané body do línií, pridáme meračské značky, popis a pod. Po vykreslení línií potoka a cyklotrasy bola vykonaná pohľadová kontrola. Hladina vody by mala byť na brehoch potoka v rovnakej výške, a zároveň by mala byť, logicky, v spáde. Výškové kóty na cyklotrase by sa mali tiež približne zhodovať. Avšak treba prihliadať aj na to, že cyklotrasa je len štrková a viac-menej kopíruje terén. Môže byť teda mierne naklonená, čo sa na niektorých miestach prejavilo v rozdielnosti výšok (po zaokrúhlení kót na dm) v profile okraj – os – okraj, ide však o rozdiel s hodnotou maximálne 1 dm.

Výškové kóty boli na podrobných bodoch zaokrúhlené na 0,10 m, nakoľko sa v lokalite jedná o nespevnený terén. Pre lepšiu prehľadnosť a čitateľnosť výkresu boli výškové kóty redukované o stovky, prípadne aj desiatky metrov. Ďalej boli posúvané a otáčané tak, aby neprechádzali cez líniovú kresbu alebo boli presunuté do vrstvy, ktorá bola pri tlači výkresu vypnutá.

V mape sú len pre informáciu zobrazené niektoré body PMS. Body PMS neboli trvalo stabilizované, a niektoré sa navyše nachádzajú mimo hlavnej kresby a bolo by zbytočné ich chcieť všetky zobrazit' v papierovej podobe výkresu. Poloha bodov PMS, ktoré v mape sú, je daná mapovou značkou, ďalej je pri nich uvedená nadmorská výška v metroch na 2 desatinné miesta, číslo bodu bolo vynechané. Zvyšné body PMS je možné dohľadať v Prehľadnom náčrte pomocnej meračskej siete (príloha č.05.1) a v zozname súradníc.

Po dokončení polohopisnej časti bola tvorená výškopisná časť. Pre interpoláciu vrstevníc bol využitý program Kokeš, pre vykreslenie technických šráf nadstavba programu MicroStation, tzv. MGEO.

6.1.1 Interpolácia vrstevníc v programe Kokeš

Na začiatku bol v programe Kokeš založený nový výkres (*.VYK) a zoznam súradníc (*.SS). Potom boli importované súradnice bodov a pre lepšiu orientáciu výkres DGN.

Interpolácia prebiehala cez funkciu *Výpočty – ďalšie konštrukčné – Interpolácia vrstevníc*. Výhodou tejto funkcie je, že výber bodov, medzi ktorými sa importuje je na spracovateľovi, ktorý najlepšie pozná terén, a teda smer spádu. Nevýhodou môže byť čas strávený pri tvorbe, ktorý by vedeli ušetriť funkcie automatického generovania vrstevníc. Základný interval bol zvolený na 1 m, v niektorých miestach boli vytvorené vrstevnice aj v polovičnom, prípadne štvrtinovom intervale. Interval zvýraznených vrstevníc je 5 m.

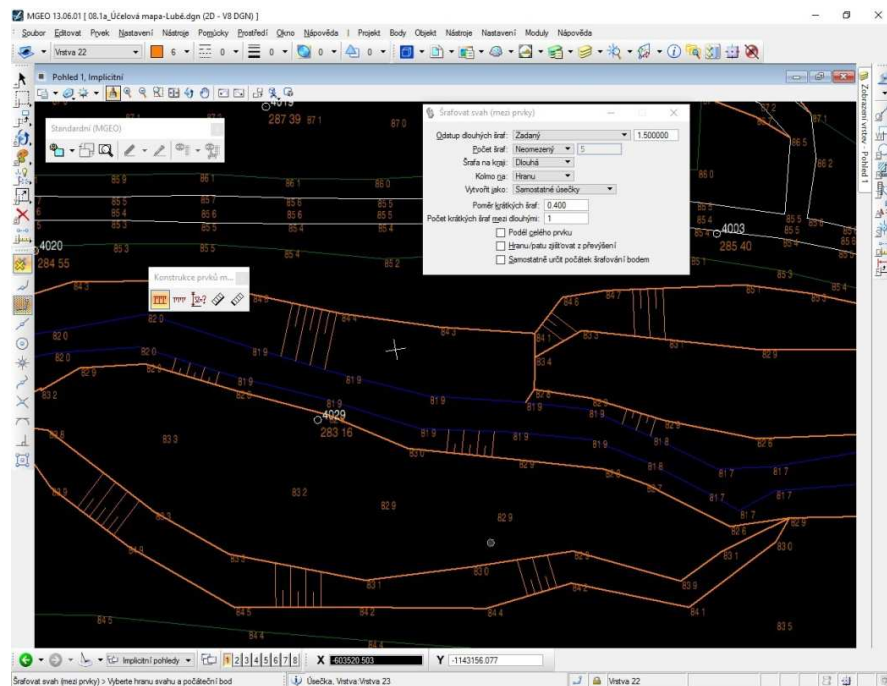
Vytvorené body je možné spojiť do vrstevníc v programe Kokeš s exportom do výkresu DGN, alebo môžeme exportovať iba súradnice vytvorených bodov a do vrstevníc ich pospájať v MicroStatione. Na záver boli zvýraznené vrstevnice doplnené popisom v smere spádu.

6.1.2 Priebeh katastrálnej hranice

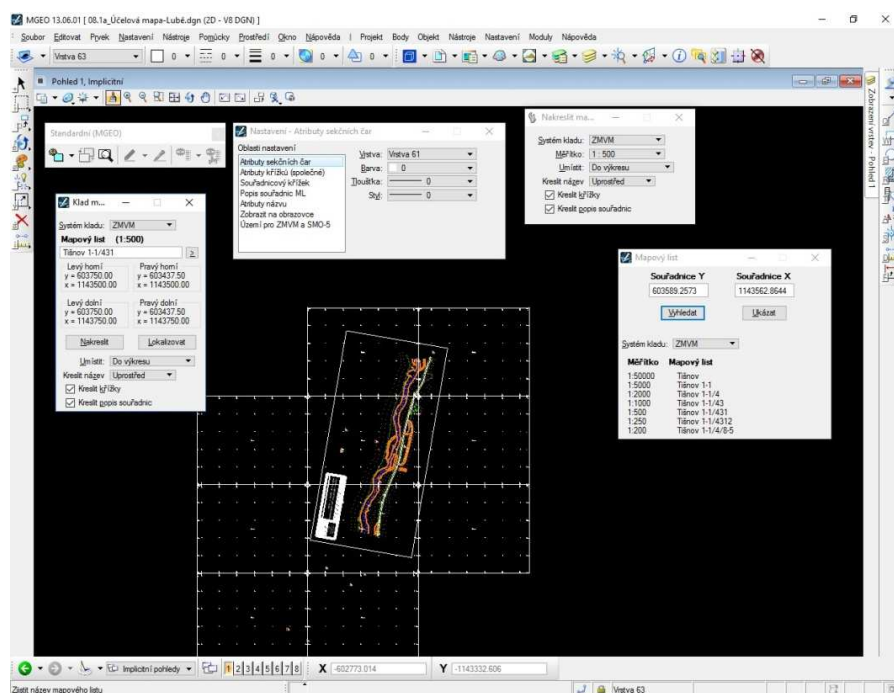
Ako už bolo spomenuté, meraná lokalita sa nachádza na styku katastrálnych území. Z tohto dôvodu je treba do mapy zakresliť katastrálnu hranicu. Táto hranica bola prebratá z digitálnej katastrálnej mapy k.ú. Malhostovice, ktorá je dostupná vo formáte výkresu *.dgn, na webových stránkach ČÚZK v časti Služby mapového serveru.

6.1.3 Doplnenie výkresu v programe MGEO

V tomto programe boli do terénnych hrán dokreslené technické šrafy (Obr.7), a ďalej boli doplnené krížiky hektárovej siete a zistený klad mapových listov (ML), ktorého zmenšenina so zákresom ohraničenia výkresu je súčasťou doplňujúcich údajov účelovej mapy (Obr.8).



Obr. 7 Tvorba technických šráf v nadstavbe MGEO [25]



Obr. 8 Tvorba hektárovej siete a kladu ML [26]

6.1.4 Doplnujúce údaje

Prvky mapy boli vytvárané podľa atribútov prevzatých od Ing. Petra Kalvodu, PhD. z predmetu Mapovanie. Tabuľka prevzatých atribútov je súčasťou prílohy č.8. Pri kresbe mapy boli po zvážení odstránené niektoré nadbytočné body. Tieto body boli vymazané aj zo zoznamov súradníc.

Do mapy bola v záverečnej fáze doplnená popisová tabuľka, smerová ružica, a legenda.

Výsledná účelová mapa je teda vyhotovená v mierke 1:500 v súradnicovom systéme S-JTSK, s nadmorskými výškami systému Bpv a vyhovuje požiadavkám ČSN. Mapa sa nachádza v prílohe č.8 vo formáte výkresu DGN V8 aj vo formáte *.pdf, a je priložená k práci aj v papierovej podobe.

6.2 PREHLADNÝ NÁČRT POMOCNEJ MERAČSKEJ SIETE

Prehľadný náčrt PMS (príloha č.05.1) bol vyhotovený taktiež v programe MicroStation V8. Bol importovaný súbor súradníc bodov PMS, a z vyhotovenej účelovej mapy boli pre lepšiu orientáciu prevzaté niektoré prvky polohopisu a zo služby WMS bola využitá ortofotomapa.

Body PMS boli označené mapovými značkami s rozlíšením metódy vytvorenia, a boli spojené líniami, ktoré reprezentovali merané údaje – merané smery, dĺžky alebo oboje. Na záver bol doplnený popis a legenda. Náčrt je vyhotovený v mierke 1:2000, a je priložený aj v papierovej podobe formátu A3.

6.3 PREHLAD KLADU MERAČSKÝCH NÁČRTOV

Prehľad kladu meračských náčrtov (príloha č.05.2) sa odporúča vyhotoviť pri počte 3 a viac náčrtov. Lokalita je zakreslená na 5 meračských náčrtoch, preto bol vyhotovený aj tento jednoduchý zákres.

Vo výkrese programu MicroStation boli opäť zobrazené prvky polohopisu a ortofoto mapa. Prehľad kladu v mierke 1:2000 obsahuje údaje o správnom začlenení lokality, čísla náčrtov a znázorňuje ich vzájomnú nadväznosť.

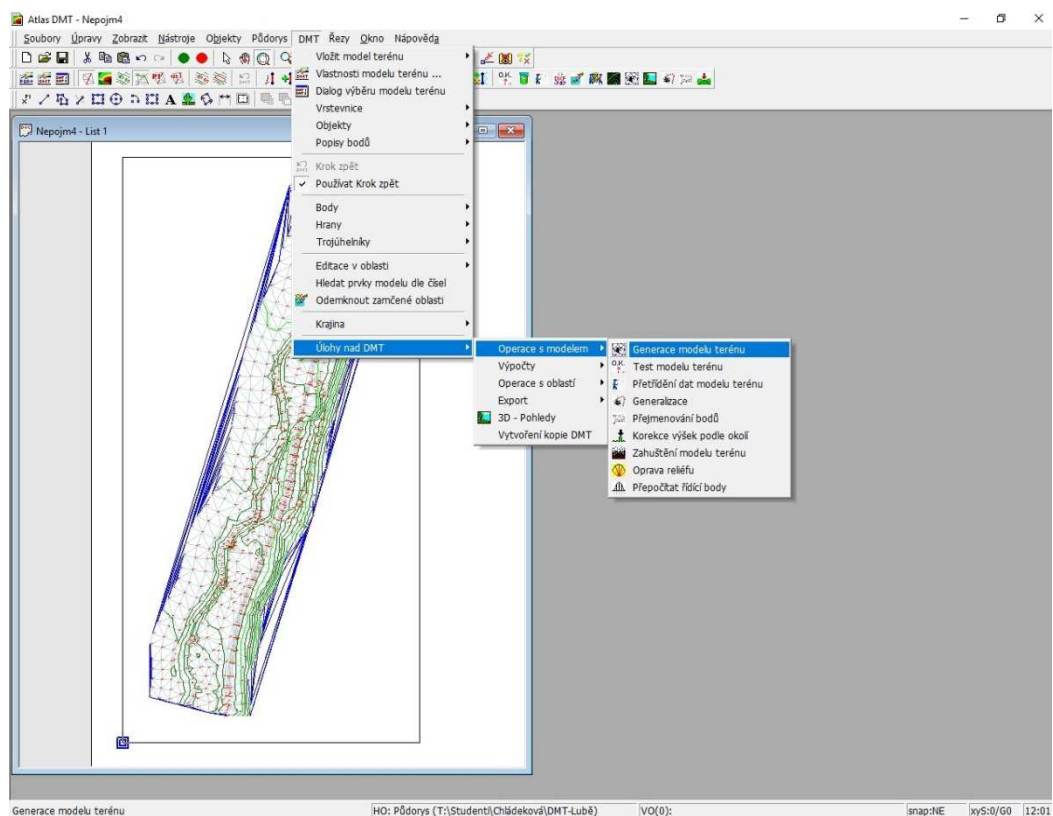
6.4 DIGITÁLNY MODEL TERÉNU

Jednou z požiadaviek zadania práce bola príprava výstupných údajov k prípadnému vytvoreniu digitálneho modelu terénu (DMT). V prvom rade bol vyhotovený zoznam súradníc bodov, ktorý obsahoval body s výškou meranou priamo na teréne. Aby bolo možné skontrolovať tento výstup, bol skúšobne spracovaný v programe Atlas DMT, ktorý umožňuje tvorbu modelov terénu.

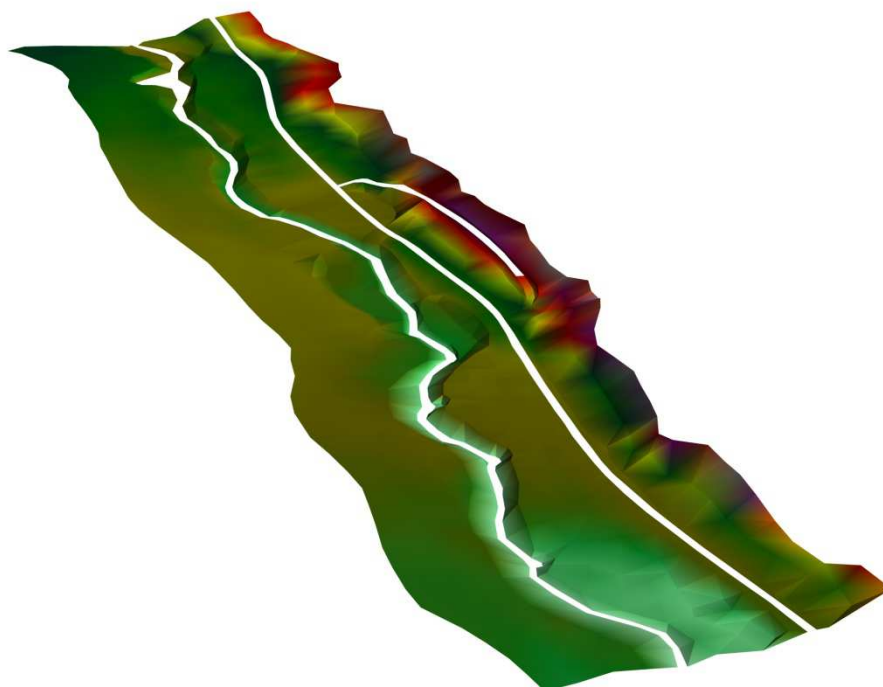
V programe bol založený nový výkres. Potom sa cez voľbu „*DMT – Úlohy nad DMT – Operace s modelem – Generace modelu*“ dostaneme k tabuľke pre import dát. Po importe údajov vložíme vygenerovaný model do výkresu – „*DMT – vložit model terénu – založit s půdorysem*“ (Obr.9) Ďalej nastavíme mierku výkresu (1:500) a pristúpime k úpravám.

Pre správne vykreslenie modelu je treba skontrolovať automaticky vytvorené hrany a prípadné chyby upraviť podľa skutočného stavu v teréne. V tomto kroku boli do modelu vložené lomové a ostrovné hrany. Lomové slúžia na modelovanie ostrých terénnych zlomov, ostrovné ohraničujú lom terénu a zároveň okraj oblasti, kde sa nebudú vyhodnocovať vrstevnice – cyklotrasa a potok. Pri týchto úpravách je tiež možné editovať jednotlivé body (pridať, zmazať, presunúť). V program takisto poskytuje možnosť vygenerovať vrstevnice, doplniť ich popisom, definovať oblasti, kde sa nemajú vykresľovať, ale táto funkcia nebola využitá. Program umožňuje aj doplnenie šráf, smerovej ružice, krížikov súradnicovej siete, legendu a iné.

Po upravení a dokončení modelu je možná tlač výkresu, zobrazenie (Obr. 10) a upravenie 3D modelu a pod. Výstupy týkajúce sa tvorby skúšobného modelu DMT sa nachádzajú v elektronickej podobe v prílohe č.09.



Obr. 9 Tvorba modelu v programe Atlas DMT [27]



Obr. 10 3D pohľad na upravený model terénu [28]

ZÁVER

Cieľom tejto práce bolo tachymetricky zamerať pridelenú lokalitu, spracovať získané údaje a vyhotoviť z nich účelovú mapu, ktorá spĺňa požiadavky na 3. triedu presnosti.

V rámci tejto práce bola vykonaná rekognoskácia terénu, pri ktorej bolo zistené poškodenie štátneho bodového poľa. Bola preto vybudovaná pomocná meračská sieť, ktorej súradnice boli určené pomocou GNSS. Táto sieť bola podľa potrieb pri podrobnom meraní vhodne doplnená bodmi, ktoré sme určili metódou rajónu. Pri podrobnom meraní bolo zameraných viac než 1100 bodov. Namerané údaje boli spracovávané v rôznych geodetických programoch. Výpočty prebiehali v programe Groma v.11, grafická časť bola tvorená v programe MicroStation V8, s využitím niektorých funkcií programu Kokeš, a nadväzky MGEO. Správnosť vyhotovenia účelovej mapy bola overená kontrolným meraním a následným testovaním presnosti. Z výstupných údajov boli pripravené dáta umožňujúce vytvorenie digitálneho modelu terénu, a tiež z nich bol tento model skúšobne vytvorený v programe Atlas DMT.

Účelová mapa je vyhotovená v mierke 1:500, v súradnicovom systéme S-JTSK a vo výškovom systéme Bpv. Vyhovuje požiadavkám ČSN 01 3410 *Mapy velkých měřítek, Základní a účelové mapy* a ČSN 01 3411 *Mapy velkých měřítek, Kreslení a značky*. Mapa bude využitá obcou Malhostovice ako dokumentácia vybudovanej cyklotrasy.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] Příloha vyhlášky č. 31/1995 Sb.: Vyhláška, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění vyhlášky č. 212/1995 Sb., vyhlášky č. 365/2001 Sb., vyhlášky č. 92/2005 Sb., vyhlášky č. 311/2009 Sb. a vyhlášky č. 383/2015 Sb. In: *Sb.*, ročník 1995, číslo 31.
- [2] STANĚK, Vlastimil, Gabriela HOSTINOVÁ a Alojz KOPÁČIK. *Geodézia v stavebníctve*. Bratislava: JAGA GROUP, 2007. ISBN 978-80-8076-048-9.
- [3] Měření metodou RTK v sítích GPS, GLONASS: Metoda RTK a Javad GNSS. *JAVAD GNSS: ..a v rukou máte TRIUMPH* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <https://www.javad-gnss.cz/mereni-rtk-gnss-gps-glonass-galileo>
- [4] *Geodézia: Úvod do geodézie* [online]. 2017 [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <https://geodezia.php5.sk/>
- [5] 1 TACHYMETRIA. *Stredná odborná škola geodetická: Vazovova 14, 811 07 Bratislava* [online]. 2017 [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: http://www.sgs.edu.sk/HTML/geodezia2_1.htm
- [6] Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí. *Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí* [online]. [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://www.vugtk.cz/slovník/>
- [7] FIŠER, Zdeněk a Jiří VONDRÁK. *Mapování 1: Průvodce předmětem Mapování 1*. Brno: VUT CERM, 2005.
- [8] *Geodatastore: Digitálny model terénu* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <https://www.geodatastore.sk/katalog/digitalny-model-terenu>
- [9] (Malhostovice. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-05-07]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Malhostovice>
- [10] Skalička: Vítejte na stránkách naší obce. *Skalička* [online]. [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://obec-skalicka.cz/>

- [11] Obec Všechnovice: Základní údaje. *Oficiální stránky obce Všechnovice* [online]. [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://www.vsechnovice.cz/obec/zakladni-udaje/>
- [12] Čebínka mikroregion: Vítejte [online]. [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://mikroregioncebinka.cz>
- [13] Snímka obrazovky: OpenTopoMap. In: *OpenStreetMap.cz* [online]. [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <https://openstreetmap.cz/>
- [14] ČEBÍNKOU NA KOLE ZE ZLOBICE POD PANÍ HORU: Projektový záměr. *Regionální rada regionu soudržnosti Jihovýchod* [online]. [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://www.jihovychod.cz/rack/dotace/0000189>
- [15] INFORMACE: CESTA MEDU - včelařská naučná stezka Více zde: <http://csv-drasov.webnode.cz/info-/>. ZO ČSV Drásov [online]. [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://csv-drasov.webnode.cz/info-/>
- [16] Snímka obrazovky. In: *Geoportál ČÚZK: Geoprohlížeč* [online]. [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [17] *TECHNICKÉ SPECIFIKACE: TRIMBLE® R4 GPS* [online]. , 2 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/DS_R4_CZ_GTR.pdf
- [18] *Návod na použití: ELEKTRONICKÁ PULSNÍ TOTÁLNÍ STANICE, Řada GPT-3000N*. 2005.
- [19] Fotografie. Autor: Silvia Žitniaková.
- [20] Fotografie. Autor: vlastní fotografie.
- [21] Snímka obrazovky. Program *Groma v11*. Nastavenie prostredia a Tolerancií.
- [22] Snímka obrazovky. Program *Groma v11*. Výpočet mierkového koeficientu.
- [23] ČSN 01 3410. *MAPY VELKÝCH MĚŘÍTEK: Základní a účelové mapy*. Brno: VYDAVATELSTVÍ NOREM, 1990.
- [24] ČSN 01 3411 *MAPY VELKÝCH MĚŘÍTEK, Kreslení a značky*. Praha: VYDAVATELSTVÍ NOREM, 1990.
- [25] Snímka obrazovky. Program *MGEO*. Tvorba technických šráf.

- [26] Snímka obrazovky. Program *MGEO*. Tvorba hektárovej siete a kladu ML.
- [27] Snímka obrazovky. Program *Atlas DMT*. Generovanie modelu terénu
- [28] Snímka obrazovky. Program *Atlas DMT-3D zobrazenie*. 3D pohľad na DMT

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

| | |
|--------|---|
| Bpv | výškový systém baltský po vyrovnaní |
| ČR | Česká republika |
| ČSN | Česká státní norma |
| ČÚZK | Český úřad zeměměřický a katastrální |
| DMT | Digitální model terénu |
| GNSS | globální navigační satelitný systém, angl. Global Navigation Satellite System |
| GPS | Global Positioning System |
| k. ú. | katastrálne územie |
| PMS | pomocná meračská sieť |
| ppm | parts per milion |
| RTK | Real Time Kinematic |
| S-JTSK | súradnicový systém Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej |
| WMS | webové mapové služby |
| ZPMZ | záznam podrobného merania zmien |

ZOZNAM OBRÁZKOV

| | | |
|----------------|--|----|
| Obr. 1 | Poloha lokality na mape širšieho okolia [13]..... | 16 |
| Obr. 2 | Ukážka vyhľadávania bodov bodových polí v Geoprohlížeči [16] | 18 |
| Obr. 3 | Ukážka stabilizácie bodu pomocnej meračskej siete roxorom [19] | 20 |
| Obr. 4 | Fotografia z merania v blízkosti koryta potoka Lubě [20] | 23 |
| Obr. 5 | Počiatkové nastavenie programu Groma, v.11 [21]..... | 28 |
| Obr. 6 | Ukážka funkcie Křovák pre výpočet mierkového koeficientu [22]..... | 28 |
| Obr. 7 | Tvorba technických šráf v nadstavbe MGEO [25] | 34 |
| Obr. 8 | Tvorba hektárovej siete a kladu ML [26] | 34 |
| Obr. 9 | Tvorba modelu v programe Atlas DMT [27]..... | 37 |
| Obr. 10 | 3D pohľad na upravený model terénu [28]..... | 37 |

ZOZNAM PRÍLOH

| | |
|-------------|------------------------|
| Príloha č.1 | GNSS |
| Príloha č.2 | Zápisníky merania |
| Príloha č.3 | Protokoly |
| Príloha č.4 | Zoznamy súradníc |
| Príloha č.5 | Prehľady |
| Príloha č.6 | Meračské náčrty |
| Príloha č.7 | Testovanie presnosti |
| Príloha č.8 | Účelová mapa |
| Príloha č.9 | Digitálny model terénu |